

**Prospektive Untersuchung über die Wertigkeit  
von sonographischer und radiographischer  
Cholezystographie in der Diagnostik von  
Gallenblasenerkrankungen**

Johanna Michel

1981



AUS DER MEDIZINISCHEN POLIKLINIK

DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Prof.Dr.N.ZÜLLNER

---

Prospektive Untersuchung über die Wertigkeit  
von sonographischer und radiographischer  
Cholezystographie in der Diagnostik von  
Gallenblasenerkrankungen

In a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n  
zur Erlangung der Doktorwürde in der Humanmedizin  
an der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von  
Johanna M i c h e l  
aus München

München 1978

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. W. Gröbner

Mitberichterstatter: Prof. Dr. N. Zöllner

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung:

29.1.1981



## Inhaltsverzeichnis

Seite

|        |                                                                                           |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | <u>Einleitung</u> .....                                                                   | 4  |
| 2.     | <u>Einführung in die physikalisch-technischen Grundlagen der Ultraschalltechnik</u> ..... | 5  |
| 2.1.   | Physikalische Grundbegriffe .....                                                         | 5  |
| 2.2.   | Ultraschallerzeugung und -empfang .....                                                   | 10 |
| 2.3.   | A-Bild-Verfahren .....                                                                    | 12 |
| 2.4.   | TM-Verfahren (time-motion) .....                                                          | 14 |
| 2.5.   | B-Bild-Verfahren .....                                                                    | 15 |
| 2.5.1. | Auflösung des B-Bild-Verfahrens .....                                                     | 16 |
| 2.5.2. | Compound-Scan-Verfahren .....                                                             | 17 |
| 2.5.3. | Schnelles B-Bild-Verfahren .....                                                          | 18 |
| 2.6.   | Bildliche Darstellung der verschiedenen Körpergewebe .....                                | 19 |
| 3.     | <u>Methodik</u> .....                                                                     | 20 |
| 3.1.   | Untersuchungstechnik .....                                                                | 21 |
| 3.2.   | Diagnostische Kriterien .....                                                             | 22 |
| 4.     | <u>Ergebnisse</u> .....                                                                   | 24 |
| 4.1.   | Erklärung der Ultraschallbefunde .....                                                    | 26 |
| 4.2.   | Erklärung der Röntgenbefunde .....                                                        | 28 |
| 4.3.   | Vergleich von Ultraschallbefunden mit den dazugehörigen Röntgenbefunden .....             | 29 |

|        |                                                                                                        |    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4.   | Vergleich von sonographischen Befunden mit den Befunden der oralen Cholezystographie .....             | 32 |
| 4.5.   | Vergleich von Ultraschallbefunden mit den Befunden der intravenösen Cholezystographie .....            | 34 |
| 4.6.   | Nicht übereinstimmende Fälle .....                                                                     | 36 |
| 4.7.   | Vergleich von Ultraschallbefunden mit den Befunden von oraler und intravenöser Cholezystographie ..... | 41 |
| 4.8.   | Vergleich der Ultraschall- und Röntgenbefunde mit der operativ gesicherten Enddiagnose .....           | 43 |
| 5.     | <u>Diskussion</u> .....                                                                                | 45 |
| 5.1.   | Übereinstimmende Befunde .....                                                                         | 45 |
| 5.2.   | Diskrepante Befunde .....                                                                              | 48 |
| 5.2.1. | Fälle mit sonographisch unauffälligem Befund bei radiographischem Konkrementverdacht .....             | 48 |
| 5.2.2. | Fälle mit radiographisch unauffälligem Befund bei sonographischem Konkrementverdacht .....             | 48 |
| 5.2.3. | Fälle mit sonographisch unauffälligem Befund bei radiographisch negativem Cholezystogramm .....        | 51 |
| 5.3.   | Nicht eindeutige Befunde .....                                                                         | 54 |
| 5.4.   | Vergleich von oralem und intravenösem Cholezystogramm .....                                            | 56 |
| 5.5.   | Vergleich der Ergebnisse dieser Studie mit den Ergebnissen anderer Untersucher .....                   | 58 |
| 5.6.   | Vor- und Nachteile der radiographischen und sonographischen Untersuchungsmethode .....                 | 59 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 6. <u>Zusammenfassung</u> .....      | 61 |
| 7. <u>Literaturverzeichnis</u> ..... | 62 |

## 1. Einleitung

Als Routinemethode zur Diagnostik von Gallenblasenerkrankungen dienen die orale und intravenöse Cholezystographie. Die radiographischen Gallenblasenuntersuchungen sind relativ zuverlässige Methoden mit einer hohen Treffsicherheit (1,27). Jedoch ist mit der radiographischen Gallenblasendarstellung immer eine Strahlenbelastung des Patienten verbunden. Ferner ist die radiographische Cholezystographie auf eine einwandfreie Funktion des Leber-Galle-Systems angewiesen (5).

Die Ultraschalluntersuchung ist ein völlig risikoloses Verfahren unabhängig von Kontrastmittelgabe. Die Treffsicherheit der Ultraschallmethode im Vergleich zur Treffsicherheit der radiographischen Untersuchungsmethode bei Cholezystopathien wird in bisher erschienenen Veröffentlichungen unterschiedlich hoch angegeben (3,8,11,15,21,26,35).

Aus diesem Grund wurde in einer prospektiven Studie versucht, radiographische und sonographische Befunde bei einem bestimmten Patientenkollektiv zu vergleichen und die jeweilige Treffsicherheit zu ermitteln.

## 2. Einführung in die physikalisch-technischen Grundlagen der Ultraschalltechnik

### 2.1. Physikalische Grundbegriffe

Als Ultraschall bezeichnet man Schallschwingungen im Bereich von ca.  $2 \cdot 10^4$  bis  $10^8$  Schwingungen pro Sekunde, also 20 kHz bis 100 MHz (20). Der Ultraschall kann sich im menschlichen Körper fortpflanzen, da die Körpergewebe mehr oder weniger elastisch verformbar sind. Bei der Schallausbreitung schwingen Masseteilchen periodisch um ihre Ruhelage. Durch die elastische Kopplung des Gewebes übertragen sie ihre Energie auf angrenzende Masseteilchen, die ebenfalls zu schwingen beginnen. Auf diese Weise pflanzt sich der Schall in dem Medium fort. Die Schwingung der einzelnen Masseteilchen läßt sich charakterisieren durch die Anzahl der Auslenkungen pro Zeiteinheit (Sekunde), d.h. durch die Frequenz (19).

Hörschall liegt bei einer Frequenz von 16 Hz-16 kHz vor. Ultraschall umfaßt, wie schon erwähnt, die Frequenzen über 20 kHz.

Die periodischen Bewegungen von Materialteilchen gegeneinander werden durch Reibungskräfte abgebremst. Schwingungsenergie wird dadurch in Wärme umgewandelt. Die erzwungene Mitbewegung von Nachbarteilchen erfolgt wegen der Masse trägheit und der elastischen Eigenschaften erst nach einer zeitlichen Verspätung zum Anregungsvorgang (19).

Bei Betrachtung eines größeren Substanzvolumens läßt sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit dieser mechanischen Schwingungen, die Schallgeschwindigkeit  $c$  angeben. Die Schallgeschwindigkeit hängt außer von der Frequenz der Schwingung auch von der Wellenlänge  $\lambda$  ab. Als Wellenlänge  $\lambda$  bezeichnet man den kleinsten Abstand zwischen zwei Stellen gleicher Schwingungsphase (12).

Formel:  $c = \lambda \cdot f$

$c$  = Schallgeschwindigkeit

$\lambda$  = Wellenlänge

$f$  = Frequenz

Die Schallausbreitungsgeschwindigkeit ist in allen menschlichen Geweben (außer Knochen) etwa gleich groß ca. 1570 m/s, da die verschiedenen menschlichen Gewebe ähnliche akustische Eigenschaften besitzen (10,12,19,29). Die akustischen Eigenschaften sind charakterisiert durch den Schallwellenwiderstand, d.h. durch die akustische Impedanz  $z$ .

Formel:  $z = \rho \cdot c$

$\rho$  = Dichte des Gewebes

$c$  = Schallgeschwindigkeit

Im Knochen beträgt die Schallausbreitungsgeschwindigkeit, aufgrund einer höheren Impedanz ca. 3600 m/s (19).

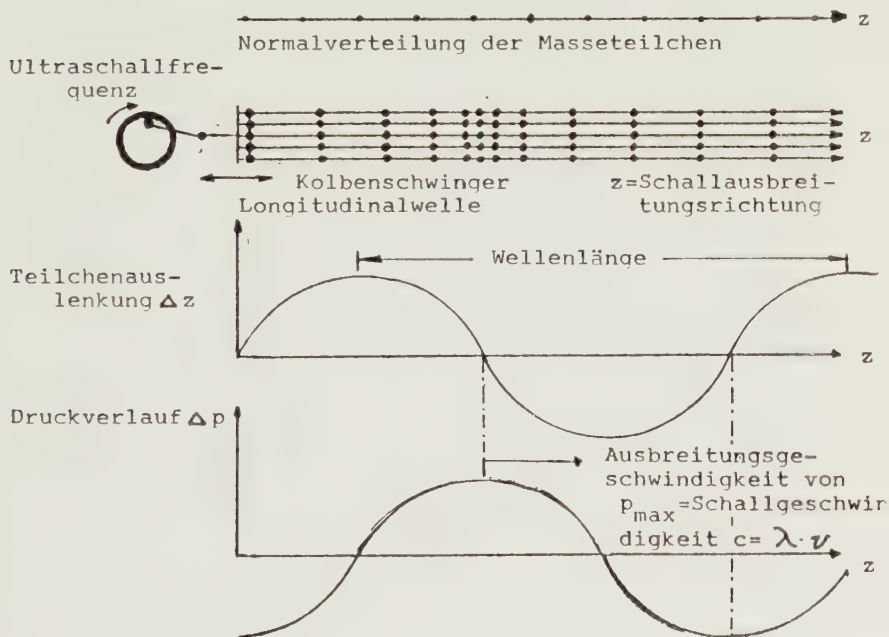
Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt nur ca. 330 m/s, da die akustische Impedanz der Luft sehr gering ist (12).

Man unterscheidet Longitudinal- und Transversalwellen.

Schallwellen sind Longitudinalwellen. Die Auslenkung der

schwingenden Teilchen erfolgt parallel zur Schallausbreitungsrichtung, während bei Transversalwellen die Auslenkung senkrecht zur Schallausbreitungsrichtung erfolgt (19) (Abb. 1).

Abbildung 1  
nach Kresse (19)



In der medizinischen Diagnostik wird meist eine Ultraschallfrequenz von 2 MHz verwendet (24). Zur Beurteilung des Ultraschalls ist neben der Frequenz die Schallintensität wichtig. Das ist die Schallenergie, die in einer bestimmten

Zeiteinheit (Sekunden) eine bestimmte senkrecht zur Schallrichtung stehende Fläche ( $\text{cm}^2$ ) durchsetzt (19). Die Schallintensität  $I$  oder Leistungsdichte wird in  $\text{W}/\text{cm}^2$  angegeben.

$$I \left[ \text{W}/\text{cm}^2 \right] = p \cdot v$$

$p$  = Schalldruck

$v$  = Schallschnelle

Der Schalldruck  $p$  ist die Größe der periodischen Druckänderung. Die Schallschnelle  $v$  gibt die Geschwindigkeit an, mit der die einzelnen Teilchen bewegt werden (22,20).

Im menschlichen Körper wird der Ultraschall durch die verschiedenen Strukturen unterschiedlich beeinflusst. Fällt der Schallstrahl schräg auf eine Grenzfläche zwischen Geweben unterschiedlicher akustische Impedanz, so kommt es zur Brechung. Der Grad der Brechung ergibt sich aus dem Brechungsgesetz:

$$n_s = \frac{c_1}{c_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$c$  = Schallgeschwindigkeit  
im jeweiligen Medium

$\alpha$  = Einfallswinkel

$\beta$  = Brechungswinkel

Bei senkrechtem Eintreffen auf akustische Grenzflächen werden die Schallwellen nicht gebrochen, sondern z.T. reflektiert, z.T. dringen sie weiter in das Gewebe ein. Passt der Schallimpuls weitere akustische Grenzflächen, so wird jeweils ein Teil des Impulses reflektiert. Die Reflexion ist umso stärker, je größer der Impedanzunterschied der benachbarten Medien ist. Die reflektierte Schallener-

gie ergibt sich aus der Formel:

$$R = \frac{\varrho_1 \cdot c_1 - \varrho_2 \cdot c_2}{\varrho_1 \cdot c_1 + \varrho_2 \cdot c_2}$$

$\varrho$  = Dichte des Gewebes  
 $c$  = Schallgeschwindigkeit  
 $\varrho \cdot c$  = Schallwellenwiderstand

Da der Dichteunterschied der Weichteilgewebe sehr klein ist, wird an Grenzflächen unterschiedlicher Weichteilgewebe nur ein sehr geringer Anteil der Schallenergie reflektiert. Im Gegensatz dazu wird der Schall an Grenzflächen zwischen Weichteilgewebe und Knochen bzw. Weichteilgewebe und Luft aufgrund des hohen Dichteunterschieds totalreflektiert. Der reflektierte Impulsanteil ist außer an den Grenzflächen zwischen Gewebe und Knochen bzw. Luft so gering, daß die Eindringtiefe deshalb praktisch nur durch Absorption und Schallstreuung begrenzt wird (3). In weichem Gewebe steigt die Absorption linear mit der Frequenz an (19).

## 2.2. Ultraschallerzeugung und -empfang

Für die Anwendung von Ultraschall in der Medizin wird zur Ultraschallerzeugung eine besondere Quelle hochfrequenter mechanischer Schwingungen gebraucht. Der Ultraschall sollte als Körperschall in einem Festkörper oder einer Flüssigkeit bereitgestellt werden, damit er vom Untersuchungsobjekt ohne zu große Intensitätsverluste übernommen werden kann (19). Luftschallquellen sind nicht geeignet (19). Besonders günstig sind piezoelektrische Ultraschallgeber, deren Wirkung auf dem umgekehrten piezoelektrischen Effekt beruht (19). Der piezoelektrische Effekt basiert auf folgenden Erscheinungen (10,19):

Werden Kristalle, z.B. Quarz, mechanisch verformt so treten an den Oberflächen elektrische Ladungen auf. Zwischen zwei Kristallflächen kann deshalb eine elektrische Ladung abgegriffen werden. Dieser Effekt ist umkehrbar. Der Kristall wird verformt, wenn an die Kristallflächen eine Spannung angelegt wird. Legt man eine Wechselspannung an, beginnt der Kristall in Abhängigkeit von der Frequenz der Wechselspannung mechanisch zu schwingen.

Für medizinisch-technische Zwecke werden heute keramische Sinterkörper mit Piezo-Eigenschaften verwendet (20).

Zum Ultraschallempfang werden Ultraschallmikrofone gebraucht. Dabei wird ebenfalls der piezoelektrische Effekt ausgenutzt.

Der Kristall wird durch die reflektierten Schallimpulse verformt, sodaß zwischen den Kristallflächen Spannungen entstehen, die auf einem Monitor sichtbar gemacht werden können. Da sowohl Schallerzeugung, als auch Schallempfang auf dem piezoelektrischen Effekt beruhen, können Sender und Empfänger baugleich ausgeführt werden. Die Schallquelle (Piezoschallkopf) wird dann in den Sendepausen als Empfänger benutzt (10,12,20).

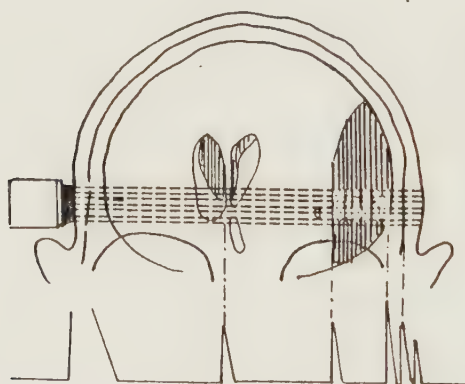
Piezoschallköpfe können mit sehr hohen Frequenzen betrieben werden. Sie weisen dabei einen hohen Wirkungsgrad auf. Ihre Empfindlichkeit als Empfänger ist sehr gut (19).

Die Ultraschallgeräte bestehen neben dem Schallkopf aus Positionscomputer, Generator-Verstärker-Einheit und Oszilloskop (10). In der Generator-Einheit werden elektrische Impulse erzeugt, die dann vom Schallkopf in Ultraschallimpulse umgesetzt werden. Die in das Körpergewebe gesendeten Ultraschallimpulse werden an Stellen mit unterschiedlicher akustischer Impedanz teilweise reflektiert und gelangen zurück zum Sender. Dieser arbeitet nun als Empfänger, der die Schallimpulse aufnimmt und in elektrische Impulse umsetzt, zur graphischen Darstellung auf dem Monitor (19,20,14).

### 2.3. A-Bild-Verfahren

Das A-Bild-Verfahren dient dazu festzustellen, ob längs einer in die Tiefe des Körpers führenden Geraden normale oder pathologische Strukturen vorhanden sind. Die entsprechenden Geräte arbeiten nach dem Prinzip des Echolots (Abb.3) (2,25).

Abbildung 2  
nach Kresse (19)



Der Schallkopf wird senkrecht auf die Körperoberfläche aufgesetzt. Eine Koppelpaste, die zwischen Haut und Schallkopf aufgetragen wird, verdrängt die Luft und verhindert damit die Totalreflexion des Schalls (10,25).

Die A-Bild-Geräte bestehen aus einer elektronischen Zentraleinheit, einem Schallapplikator und einem Bildschirmteil.

Vom Schallsender werden zeitlich und räumlich möglichst kurze Ultraschallimpulse in das Körpergewebe geschickt. Gleichzeitig mit der Schallimpulsaussendung wird der Bildschirmleuchtpunkt gestartet, der sich mit konstanter Geschwindigkeit entlang der x-Achse bewegt. Die Laufzeit des Leuchtpunktes auf dem Monitor ist korreliert mit der Laufzeit des Schallimpulses. Die x-Achse stellt somit die Gewebstiefe dar. Während der Sendepause wird der Schallkopf als Mikrofon benutzt. Jedes ankommende Echo bewirkt eine kurzzeitige Ablenkung des Leuchtpunktes in y-Richtung, die der Echointensität entspricht. Der beschriebene Vorgang dauert nur ca. 300  $\mu$ s und wird deshalb 1000 mal pro Sekunde wiederholt. Auf dem Bildschirm erscheint nun ein stehendes Bild. Das A-Bild-Verfahren wird hauptsächlich zur Diagnostik in der Ophthalmologie und Neurologie eingesetzt (19).

#### 2.4. TM-Verfahren (Time-motion)

Mit dem TM-Verfahren können körperinterne Bewegungen dargestellt werden. Wie beim A-Bild-Verfahren wird gleichzeitig mit dem Schallimpuls der Bildschirmleuchtpunkt gestartet. Die zurückkehrenden Echos werden als Leuchtpunkt verschiedener Helligkeit sichtbar gemacht. Die Helligkeit der Leuchtpunkte selbst ist das Maß für die Echointensität. Wenn die Leuchtpunkte verschiedener Helligkeit in Strahlrichtung, also auf der x-Achse periodisch verschoben werden, so kann man auf eine körperinnere Bewegung schließen. Auf der x-Zeile sitzen in unterschiedlicher Helligkeit und unregelmäßigen Abständen Leuchtpunkte. Stellt einer dieser Punkte z.B. eine Herzklappe dar, so bewegt er sich periodisch längs der x-Achse.

Dieses Verfahren ist für die Diagnostik des schlagenden Herzens bedeutungsvoll (10,19).

## 2.5. B-Bild-Verfahren

Das B-Bild-Verfahren vermittelt Informationen über Strukturen in einer bestimmten Schnittebene. Die von TM-Verfahren bekannte Bildpunkthellsteuerung findet auch beim B-Verfahren Anwendung. Die Abtastbewegung des Schallstrahls erfolgt so, daß eine Ebene des Objektes geschnitten wird. Auf dem Bildschirm ist genau das Bild dieser Ebene zu sehen (Schnittbild). Am Bildzeilenmuster ist der Abtastmodus zu erkennen (16,18,14).

Eine gleichzeitige Betrachtung aller Bildzeilen läßt sich auf zwei Arten erreichen.

Bei schnellen Verfahren wird die Abtastung sehr schnell wiederholt und damit auch die Bildfrequenz. Durch den physiologischen Sehnachklang entsteht schließlich aus allen Einzelteilen für den Betrachter ein Gesamtbild (16,18).

Langsame Verfahren haben Speichermittel (z.B. photographische Platten, Digitalspeicher), die dann Sekunden oder Minuten später das Bild entstehen lassen. Damit Kontur- und Strukturmuster im Bild erscheinen, werden die verschiedenen Echointensitäten in Grauwerte umgesetzt (12,20,24).

### 2.5.1. Auflösung des B-Bild-Verfahrens

In Analogie zur Röntgentechnik wird das Auflösungsvermögen für Ultraschall durch die Anzahl der Bildpunkte, die längs eines Zentimeters gerade noch getrennt dargestellt werden können, bezeichnet (19). Das Auflösungsvermögen in Zeilenrichtung (Längsauflösung) hängt ab von der zeitlichen Dauer der Ultraschallimpulse (20). Die Impulsdauer hängt wiederum von der Wellenlänge ab. Moderne Geräte haben eine Längsauflösung, die dem Kehrwert der Wellenlänge entspricht. Im normalen B-Verfahren sind zwei Objektpunkte in Strahlrichtung getrennt abbildbar, wenn sie mindestens 1 mm voneinander entfernt sind (10). Das Querauflösungsvermögen senkrecht zur Zeile ist weniger gut. Es ist abhängig vom Strahlquerschnitt und für verschiedene Bildteile nicht konstant (10,20).

Von dem Begriff der Auflösung zu unterscheiden ist die Fähigkeit, eine einzelne akustische Struktur kleinstmöglicher Ausdehnung abzubilden. Diese Fähigkeit ist abhängig von der Empfindlichkeit des betreffenden Gerätes. Mithilfe des Tiefenausgleichs, bei dem die Dämpfung des Schalls durch entsprechende Nachverstärkung der Echos aus größerer Tiefe ausgeglichen wird, ist die Empfindlichkeit für alle Teile des Schnittbildes annähernd gleich (29).

### 2.5.2. Compound-Scan-Verfahren

Bei diesem Untersuchungsverfahren ist der Schallkopf mechanisch mit einem Ausleger verbunden. Die Hauptachse der Schallabstrahlung bleibt auf einer festen voreingestellten Ebene. Innerhalb dieser Ebene kann die Ortskoordination des Schallkopfes und seine Abstrahlrichtung verändert werden.

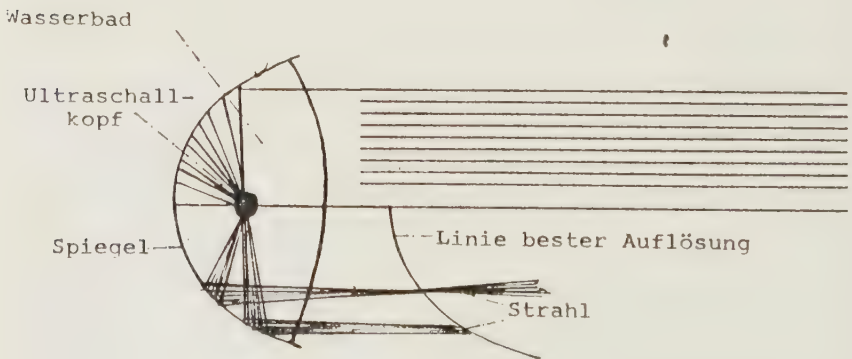
Der Schallkopf wird unmittelbar auf die Haut aufgesetzt. Ein luftfreier Kontakt zwischen Körperoberfläche und Schallkopf wird durch Einstreichen der Haut mit einem Koppelgel hergestellt. Die Verschiebung des Schallkopfes auf der Körperoberfläche erfolgt mit der Hand.

Da der Bildaufbau 1-2 Minuten dauert, wird eine Speicherröhre benötigt. Mit dem Compound-Scan-Verfahren können Übersichtsbilder kompletter Körperquerschnitte hergestellt werden (10,19).

### 2.5.3. Schnelles B-Bild-Verfahren

Bei diesem Verfahren rotiert der Schallkopf auf der Brennpunktlinie eines akustischen Parabolspiegels (12,18). Die Schallstrahlen werden in den Spiegel geschickt und parallelgerichtet. Das ganze System befindet sich in einem Wasserbad, um das störende Nahfeld auszuschalten (Abb.3). Die sogenannte Wasservorlaufstrecke wird mithilfe einer Gelzweischicht luftfrei an den Patienten angekoppelt. Nach 68 ms ist ein vollständiges Bild aufgebaut. Am Gerät besteht die Möglichkeit der Regulierung von Empfindlichkeit, Tiefenanhebung und Kontrast, womit das Bild optimiert werden kann (16,18).

Abbildung 3  
nach Kresse (19)



## 2.6. Bildliche Darstellung der verschiedenen Körpergewebe

Schallreflexe entstehen immer dort, wo eine Änderung des akustischen Schallwellenwiderstandes besteht. Dies ist an Organgrenzen, aber auch im Innern von parenchymatösen Organen der Fall. Da der Betrag der reflektierten Schallenergie von den Dichteunterschieden der Medien abhängt, ergibt sich jeweils ein bestimmtes Strukturmuster der verschiedenen Körpergewebe.

So stellen sich Haut und Fettgewebe als gleichmäßiges "Granulat" von Reflexen dar (20). Muskelgrenzflächen erzeugen im Ultraschallbild linienhafte Konturen. Knorpel ist akustisch homogen und erscheint deshalb echolos. Flüssigkeiten werden vom Ultraschall ungehindert durchdrungen. Sie stellen sich im Schnittbild homogen schwarz dar (21). An Knochengrenzen und Luft wird Ultraschall totalreflektiert. Hinter diesen Strukturen liegt ein schallfreier Raum, der sogenannte Schallschatten (12,20,21).

### 3. Methodik

Die sonographischen Untersuchungen wurden in dieser Studie mit einem schnellen B-Bildgerät durchgeführt. Die Ultraschallfrequenz betrug 2,5 MHz. Das Auflösungsvermögen beträgt bei dieser Ultraschallfrequenz 1 mm in Strahlrichtung und quer zu Strahlrichtung 3-4 mm (20). Das Schnittbild wird bei diesem Gerät aus 140 Impulszeilen in 70 ms aufgebaut. Es kann eine Körperregion von 12 cm Breite und 16 cm Tiefe abgetastet werden (16).

Das Ultraschallbild wird auf einem Monitor im Maßstab 1:2 abgebildet. Außerdem wurde ein Zusatzmonitor verwendet, bei dem die Bilddarstellung im Maßstab 1:1 erfolgte.

Zur optimalen Bilddarstellung bestand bei dem verwendeten Gerät die Möglichkeit der Regulierung von Empfindlichkeit, Tiefenanhebung und Kontrast.

### 3.1. Untersuchungstechnik

Die Untersuchung der Gallenblase erfolgt in verschiedenen Schnittebenen, die parallel und quer zur Körperlängsachse, sowie parallel zum rechten Rippenbogen liegen. Der Patient befindet sich bei der Untersuchung in Rückenlage und sollte nach Möglichkeit nüchtern sein. Die normale Gallenblase liegt der Dorsalfläche der Leber an und überragt den Leber-  
berrand um höchstens 1 1/2 cm. Sie ist etwa birnengroß. Ihre Kontur ist scharf. Das Gallenblasenlumen ist echofrei, da der Schall durch die Galle nicht reflektiert wird. Die Gallenblase wird während der sonographischen Untersuchung mit den Fingerspitzen palpiert und auf Schmerzhaftigkeit und Konsistenz geprüft.

### 3.2. Diagnostische Kriterien

Gallensteine stellen sich im Ultraschallbild typischerweise als Reflex mit Schallschatten dar unabhängig davon, ob sie röntgennegativ sind oder nicht. Da die Galle im Ultraschallbild schwarz erscheint und damit keine Reflexe erzeugt, sind die Konkreme im Allgemeinen gut zu erkennen. Schwierigkeiten entstehen, wenn die Gallenblase aufgrund entzündlicher Veränderungen geschrumpft ist bzw. wenn die Gallenblase vollständig mit Konkrementen gefüllt ist. In diesen Fällen fehlt die echofreie Zone um die durch Gallensteine verursachten Reflexe (29). Dadurch wird die Zuordnung der Reflexe zur Gallenblase schwierig. Bereits Steine von einer Größe von ca. 0,5 cm können sicher erkannt werden (24).

Ein Hydrops der Gallenblase ist im Ultraschallbild relativ gut zu erkennen. Das erweiterte Gallenblasenlumen ist echofrei und hebt sich gut von den Strukturechos des umgebenden Gewebes ab (29). Bei Gallenblasendilatation sollten die intra- und extrahepatischen Gallengänge auf Erweiterungen untersucht werden. Aus den jeweiligen Befunden kann man über die Lage eines etwaigen Verschlusses Angaben machen. Bei fehlender Stauung der intra- und extrahepatischen Gallengänge handelt es sich um einen Cystikusverschluß. Bei erweiterten intra- und extrahepatischen Gallengängen liegt meist ein Choledochusverschluß vor. Fehlt die Dilatation der Gallenblase bei gestauten intrahepatischen Gallengängen, handelt es sich um einen hochsitzenden Verschluß (29).

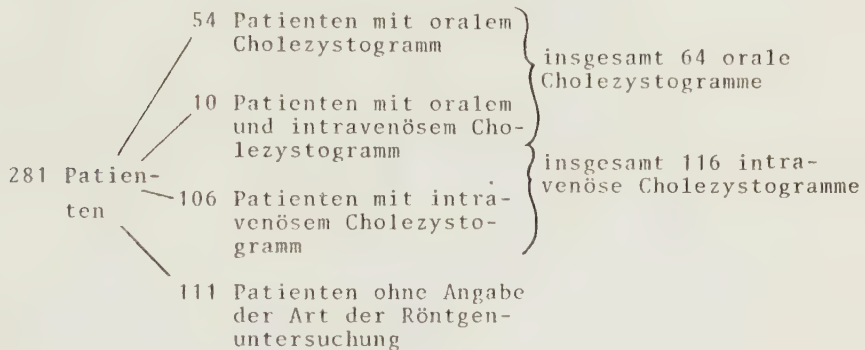
Gallenblasentumoren stellen sich im Ultraschallbild als solide Strukturen im Gallenblasenbereich dar, die unscharf begrenzt sind und Binnenechos aufweisen, bei denen der Schallschatten fehlt (23,24).

#### 4. Ergebnisse

In der vorliegenden Untersuchung wird versucht, prospektiv die Aussagekraft der sonographischen Gallenblasendiagnostik im Vergleich zur radiographischen Cholezystographie zu ermitteln. Dabei muß man in Kauf nehmen, daß bei der großen Zahl an Normalbefunden und der großen Zahl an unkomplizierten Steingallenblasen, nur in wenigen Fällen eine operative Sicherung der Befunde möglich ist. Demgegenüber besteht der Vorteil eines nur gering selektionierten Krankengutes. Ergänzend zu dieser Untersuchung wurde eine retrospektive Studie durchgeführt (32), bei der ausschließlich operativ gesicherte Befunde in die Auswertung eingehen. In einem Zeitraum von acht Monaten wurden 645 Patienten mit Verdacht auf eine Gallenblasenerkrankung sonographisch untersucht. Bei 281 dieser Patienten wurde in nicht festgelegter Reihenfolge auch eine Kontrastmitteluntersuchung der Gallenwege durchgeführt. Bei allen anderen Patienten war trotz wiederholter Nachforschung eine Röntgenuntersuchung nicht durchgeführt worden oder nicht zugänglich. Bei 54 dieser Patienten wurde ein orales Cholezystogramm, bei 106 Patienten ein intravenöses Cholezystogramm und bei 10 der Patienten sowohl eine orale als auch eine intravenöse Gallenblasenuntersuchung durchgeführt. Bei 111 Fällen ging aus dem Befund nicht hervor, ob es sich um eine orale

oder intravenöse Cholezystographie handelte. Insgesamt lagen somit die Befunde von 64 oralen und 116 intravenösen Cholezystogrammen vor (Abb.1).

Abbildung 1



Zum besseren Verständnis der Tabellen werden jetzt im Folgenden die Kriterien aufgeführt, nach denen die Ultraschall- und Röntgenbefunde der Gallenblase eingeteilt sind.

#### 4.1. Erklärung der Ultraschallbefunde

##### a. Unauffälliger Befund

Sonographisch ist die Gallenblase beim nüchternen Patienten als gut schalleitende Struktur unter dem rechten Rippenbogen zu erkennen und überschreitet eine Größe von ca. 5 cm nicht (11).

##### b. Verdacht auf Konkrement

Der Verdacht auf Konkrement wird geäußert, wenn die sonographische Untersuchung Steinechos mit Schallschatten im Gallenblasenbereich ergab. Bei Konkrementen in geschrumpfter Gallenblase sind die Gallensteine nicht mehr von Flüssigkeit umgeben. In Gallenblasenlager findet man nur Steinechos mit Schallschatten.

In der vorliegenden Untersuchung werden alle sonographischen Befunde zusammengefaßt, in denen der Verdacht auf Gallenblasenkonkremente geäußert wurde, unabhängig von der Größe der Gallenblase.

##### c. Verdacht auf Hydrops

Der Verdacht auf Hydrops ohne Konkrement wurde in den Fällen ausgesprochen, bei denen sich sonographisch eine große Gallenblase nachweisen ließ, meist in Verbindung mit erweiterten intra- und extrahepatischen Gallengängen.

d. Gallenblase nicht scharf abgrenzbar

In wenigen Fällen war die Gallenblasenkontur sonographisch nicht scharf abgrenzbar. Dies mag daran liegen, daß entzündliche Veränderungen der Gallenblasenwand vorlägen. Um zu ermitteln, wie häufig dieser sonographische Befund mit Gallenblasenwanderkrankungen verknüpft ist, haben wir diese Befunde als selbstständige Gruppe herausgegriffen.

e. Gallenblase nicht eindeutig beurteilbar

In einigen Fällen war laut sonographischem Befund die Gallenblase nicht eindeutig beurteilbar. Dies war dann der Fall, wenn sich der Untersucher nicht festlegen wollte oder konnte.

#### 4.2. Erklärung der Röntgenbefunde.

##### a. Unauffällige Befunde

Radiographisch wurde ein unauffälliger Befund erhoben, wenn sich die Gallenblase vollständig mit Kontrastmittel anfüllte, normal konfiguriert war und keine Kontrastmittelaussparungen bzw. Kontraktionsrückstände nach Reizmahlzeit vorhanden waren.

##### b. Verdacht auf Konkrement

Der Verdacht auf Konkrement wird geäußert, wenn im Röntgenbild schattengebende, kalkdichte Strukturen im Gallenblasenbereich, Kontrastmittelaussparungen in der Gallenblase und Kontraktionsrückstände nach Reizmahlzeit zu sehen sind.

##### c. Negatives Cholezystogramm

Der Befund eines negativen Cholezystogramms wurde in den Fällen erhoben, in denen sich die Gallenblase radiographisch nicht darstellte.

##### d. Gallenblase nicht eindeutig beurteilbar

Bei einigen Patienten stellte sich die Gallenblase radiographisch nur flau dar, ohne daß sonstige Anzeichen für einen pathologischen Prozeß sichtbar waren. In diesen Fällen ist eine eindeutige Aussage über einen pathologischen Prozeß der Gallenblase nicht möglich.

Es folgen nun die Tabellen, in denen die sonographischen und radiographischen Befunde miteinander verglichen werden.

#### 4.3. Vergleich von Ultraschallbefunden mit den dazugehörigen Röntgenbefunden

In Tabelle I erscheinen die Befunde aller 281 Patienten, bei denen sowohl ein radiographischer als auch sonographischer Befund zur Auswertung vorliegt. In dieser Tabelle wurde nicht unterschieden, ob es sich um eine orale oder intravenöse Cholezystographie handelte. Bei zehn Patienten wurde ein orales und ein intravenöses Cholezystogramm durchgeführt. Da das intravenöse Cholezystogramm als das aussagekräftigere gilt, wurde jeweils das Ergebnis der intravenösen Cholezystographie gewertet.

Tabelle I: Vergleich von Ultraschall- und Röntgenbefunden

| Röntgenbefund<br>Ultraschallbefund          | unauffällig | Konkrement | negativ | keine eindeutige<br>Aussage möglich | insgesamt |
|---------------------------------------------|-------------|------------|---------|-------------------------------------|-----------|
| unauffällig                                 | 97          | 6          | 8       | 6                                   | 117       |
| Konkrement                                  | 3           | 62         | 78      | 6                                   | 149       |
| Hydrops ohne Konkrement bei Verschlussileus | -           | -          | 1       | -                                   | 1         |
| Gallenblase nicht scharf abgrenzbar         | -           | -          | 4       | 1                                   | 5         |
| keine eindeutige Aussage möglich            | -           | 1          | 7       | 1                                   | 9         |

Summe : 281

Röntgenbefund und sonographischer Befund der Gallenblase deckten sich in 242 von 281 Fällen (86,1%). Diese Summe setzt sich folgendermaßen zusammen:

In 97 Fällen wurde ein Normalbefund ausgesprochen. Aufgrund klinischer Symptomatik wurden von diesen Patienten drei operiert, wobei sich der unauffällige Gallenblasenbefund bestätigte.

In 62 Fällen lagen Befunde mit Verdacht auf Konkrement vor. Bei 15 dieser Patienten bestätigte sich dieser Befund operativ.

In 78 Fällen lag sonographisch Verdacht auf Konkrement vor bei radiographisch negativem Cholezystogramm. Von neun dieser Patienten war ein Operationsbericht vorhanden. In allen neun Fällen wurde eine Cholelithiasis festgestellt. Bei einem Patienten wurde sonographisch der Verdacht auf Hydrops ohne Konkrement bei extrahepatischem Verschlußikterus geäußert. Radiographisch lag ein negatives Cholezystogramm vor.

In vier Fällen war sonographisch die Gallenblase nicht scharf abgrenzbar, während radiographisch der Befund eines negativen Cholezystogramms erhoben wurde.

Bei 17 Patienten stimmten radiographischer und sonographischer Befund nicht überein: In sechs Fällen wurden unauffällige Ultraschallbefunde erhoben bei radiographischem Verdacht auf Konkrement. Bei acht Patienten stand der unauffällige Ultraschallbefund einem negativen radiographi-

schen Cholezystogramm gegenüber. In drei Fällen mit sonographischem Verdacht auf Konkrement wurde radiographisch ein unauffälliger Befund erhoben.

Bei neun Patienten konnte durch sonographische Untersuchung kein eindeutiger Befund erhoben werden, während radiographisch 14 Fälle nicht beurteilbar waren. Acht der neun sonographisch nicht eindeutigen Befunde konnten radiographisch geklärt werden. Bei 13 der 14 radiographisch nicht eindeutigen Befunde konnte sonographisch eine eindeutige Verdachtsdiagnose gestellt werden. Insofern ergänzen sich die sonographischen und radiographischen Befunde sehr gut.

In folgenden Tabellen II und III sind die Patienten noch einmal aufgeführt, bei denen aus dem Krankenblatt ersichtlich war, ob ein orales oder intravenöses Cholezystogramm durchgeführt wurde.

#### 4.4. Vergleich von sonographischen Befunden mit den Befunden der oralen Cholezystographie

In Tabelle II erscheinen die Befunde der Patienten, bei denen eine orale Cholezystographie durchgeführt wurde.

Tabelle II: Vergleich von Ultraschallbefunden mit den Befunden der oralen Cholezystographie

| orales Cholezystogramm /<br>Ultraschallbefund | unauffällig | Konkrement | negativ | keine eindeutige<br>Aussage möglich | insgesamt |
|-----------------------------------------------|-------------|------------|---------|-------------------------------------|-----------|
| unauffällig                                   | 29          | 2          | -       | 3                                   | 34        |
| Konkrement                                    | 2           | 16         | 8       | 1                                   | 27        |
| Hydrops ohne Konkrement                       | -           | -          | -       | -                                   | -         |
| Gallenblase nicht<br>scharf abgrenzbar        | -           | -          | -       | 1                                   | 1         |
| keine eindeutige<br>Aussage möglich           | -           | -          | 1       | 1                                   | 2         |
| Summe :                                       |             |            |         |                                     | 64        |

In 53 der 64 Fälle stimmten die Befunde der sonographischen und oralen Cholezystographie miteinander überein. Im Einzelnen lagen 29 Normalbefunde, 16 Befunde mit Verdacht auf Konkrement und acht Fälle mit sonographischem Konkrement-

verdacht bei negativem oralen Cholezystogramm vor.

In vier Fällen waren sonographische und radiographische Befunde diskrepant. Hierbei handelte es sich um zwei Fälle mit unauffälligem oralen Cholezystogramm, bei denen sonographisch der Verdacht auf Konkrement geäußert wurde und um zwei Fälle von unauffälligem sonographischem Cholezystogramm bei radiographischem Konkrementverdacht.

Es ergaben sich Unterschiede zwischen beiden Untersuchungsverfahren bezüglich der Anzahl nicht eindeutiger Befunde. So konnte radiographisch in sechs Fällen keine eindeutige Aussage gemacht werden, sonographisch dagegen nur in zwei Fällen.

#### 4.5. Vergleich von Ultraschallbefunden mit den Befunden der intravenösen Cholezystographie

In Tabelle III sind die Befunde der Patienten enthalten, bei denen eine intravenöse Cholezystographie durchgeführt wurde.

Tabelle III: Vergleich von sonographischen Befunden mit den Befunden der intravenösen Cholezystographie

| <u>i.v. Cholezystogramm</u><br><u>Ultraschallbefund</u>      | unauffällig | Konkrement | negativ | keine eindeutige<br>Aussage möglich | insgesamt |
|--------------------------------------------------------------|-------------|------------|---------|-------------------------------------|-----------|
| unauffällig                                                  | 39          | 4          | 3       | 3                                   | 49        |
| Konkrement                                                   | -           | 21         | 39      | 2                                   | 62        |
| Hydrops ohne Konkrement<br>bei Verschlußleber-<br>erkrankung | -           | -          | 1       | -                                   | 1         |
| keine eindeutige<br>Aussage möglich                          | -           | -          | 4       | -                                   | 4         |

Summe : 116

In 100 von 116 Fällen stimmten die Ergebnisse der sonographischen bzw. radiologischen Cholezystographie überein. Im Einzelnen handelte es sich um 39 Normalbefunde, 21 Fälle mit Konkrementverdacht, 39 Fälle mit sonographischem Konkrementverdacht bei negativem intravenösem Cholezystogramm und einem Fall mit sonographischem Verdacht auf Gallenblasenhydrops ohne Konkrement bei negativem intravenösem Cholezystogramm.

In sieben Fällen stimmten die sonographischen und radiologischen Ergebnisse nicht überein. In allen sieben Fällen wurden sonographisch Normalbefunde erhoben. Radiographisch

bestand in vier Fällen Verdacht auf Konkrement, in drei Fällen stellte sich die Gallenblase radiographisch nicht dar.

Die Anzahl der Fälle, in denen sonographisch oder radiographisch keine weitere Aussage möglich war, lag bei beiden zu vergleichenden Methoden etwa gleich hoch. Sonographisch konnte in vier Fällen und radiologisch in fünf Fällen keine eindeutige Aussage gemacht werden. In den Fällen, in denen sonographisch keine Aussage gemacht werden konnte, war röntgenologisch eine Aussage möglich. Und zwar wurde viermal der Befund einer röntgennegativen Gallenblase erhoben. In den Fällen, in denen radiographisch keine Aussage möglich war, handelte es sich sonographisch um drei Normalbefunde und zwei Fälle mit Verdacht auf Cholelithiasis. In keinem Fall einer sonographisch nicht beurteilbaren Gallenblase lag radiographisch ein nicht beurteilbarer Befund vor und umgekehrt, so daß sich in diesem Punkt beide Methoden wirkungsvoll ergänzten.

#### 4.6. Nicht übereinstimmende Fälle

In Tabelle IV sind die 17 Patienten aus Tabelle I noch einmal aufgeführt, bei denen die sonographischen und radiographischen Befunde diskrepant waren. Bei einigen Patienten wurde eine sonographische bzw. radiographische Kontrolluntersuchung durchgeführt. Die Befunde dieser Nachuntersuchungen, sowie Operationsberichte und Angaben über die klinische Symptomatik sind ebenfalls in dieser Tabelle enthalten.

Tabelle IV: Vergleich der nichtübereinstimmenden sonographischen und radiographischen Befunde mit den Ergebnissen der jeweiligen Nachuntersuchungen und vorhandenen Operationsberichten bzw. Angaben über die klinische Symptomatik

| Patient             | sonographischer Befund | sonographischer Befund bei Nachuntersuchung | orales Cholezystogramm           | i.v.Cholezystogramm                                  | Röntgenbefund insgesamt | Operationsbefund klinische Angabe |
|---------------------|------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1. C.B.<br>29.11.39 | unauffällig            | unauffällig                                 | -                                | 1.Konkrement<br>2.unauffällig                        | -                       | -                                 |
| 2. H.D.<br>25.11.37 | unauffällig            | unauffällig                                 | -                                | wager Verdacht auf nicht schattengehendes Konkrement | -                       | -                                 |
| 3. M.D.<br>17.3.38  | unauffällig            | -                                           | -                                | 1.Konkrement<br>2.Schichtaufnahme=kein Konkrem.      | -                       | -                                 |
| 4. I.K.<br>21.5.40  | unauffällig            | -                                           | keine eindeutige Aussage möglich | Konkrement                                           | -                       | kein Konkrement                   |
| 5. C.G.<br>16.2.19  | unauffällig            | -                                           | 1.Konkrement<br>2.unauffällig    | -                                                    | -                       | -                                 |
| 6. D.G.<br>23.2.27  | unauffällig            | -                                           | 1.Konkrement<br>2.unauffällig    | -                                                    | -                       | -                                 |
| 7. R.B.<br>6.6.14   | Konkrement             | unauffällig                                 | unauffällig                      | -                                                    | -                       | -                                 |
| 8. A.F.             | Konkrement             | unauffällig                                 | unauffällig                      | -                                                    | -                       | -                                 |
| 9. J.Z.<br>5.3.13   | Konkrement             | unauffällig                                 | -                                | -                                                    | unauffällig             | -                                 |
| 10. R.B.            | unauffällig            | -                                           | -                                | negativ                                              | -                       | Konkrement                        |

Fortsetzung von Tabelle IV

| Patient             | sonographischer Erstbefund | sonographischer Befund bei Nachuntersuchung | orales Cholezystogramm | i.v.Cholezystogramm        | Röntgenbefund insgesamt | Operationsbef., klin. Angaben                  |
|---------------------|----------------------------|---------------------------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|
| 11.N.E.<br>11.3.04  | unauffällig                | -                                           | -                      | negativ                    | -                       | lavierte Depression mit Oberbauchbeschwerden   |
| 12.H.G.             | unauffällig                | -                                           | -                      | -                          | negativ                 | Leberzirrhose nutritiv toxisch                 |
| 13.V.L.<br>9.11.19  | unauffällig                | Konkrement                                  | -                      | -                          | negativ                 | unter Einhaltung von Gallendist beschwerdefrei |
| 14.A.W.<br>17.12.08 | unauffällig                | -                                           | -                      | -                          | negativ(3x)             | Ikterus und Koliken                            |
| 15.H.K.<br>24.10.98 | Kontur verwaschen          | unauffällig                                 | -                      | negativ                    | -                       | keine Beschwerden                              |
| 16.S.K.<br>29.6.32  | Kontur verwaschen          | Konkrement                                  | -                      | -                          | negativ                 | Koliken                                        |
| 17.F.B.<br>24.1.38  | unauffällig                | -                                           | -                      | 1.negativ<br>2.unauffällig |                         | akute Pankreatitis                             |

Im Einzelnen handelt es sich bei diesen 17 Patienten: um sechs Fälle mit radiographischem Verdacht auf Konkrement bei sonographischem Normalbefund. Bei drei Patienten bestand sonographisch der Verdacht auf Konkrement, während sich radiographisch ein unauffälliger Befund zeigte. In 8 Fällen war das sonographische Cholezystogramm unauffällig bei radiographisch negativem Cholezystogramm.

Es werden nun die Befunde der Nachuntersuchungen besprochen. Sechs Fälle waren sonographisch unauffällig. Radiographisch wurde bei diesen Patienten Verdacht auf Konkrement geäußert. Das sind die Patienten 1-6 in Tabelle IV. Zwei dieser sechs Patienten kamen zur sonographischen Nachuntersuchung. In

beiden Fällen wurde sonographisch wieder ein Normalbefund ausgesprochen. Einer dieser zwei Patienten unterzog sich auch einer radiographischen Nachuntersuchung. In diesem Fall ergab sich ein unauffälliges Cholezystogramm. Bei dem zweiten Patienten wollte sich der Radiologe nicht festlegen. Er äußerte einen "vagen Verdacht auf Konkrement".

Bei drei dieser sechs Patienten wurden die vorliegenden Röntgenbilder Neubefundet. Nach erneuter Beurteilung der Röntgenaufnahmen wurde in allen drei Fällen der Verdacht auf Konkreme der Gallenblase fallengelassen. Der letzte der sechs Patienten wurde operiert. Laut Operationsbericht lagen keine Konkreme der Gallenblase vor. Mit hinlänglicher Wahrscheinlichkeit kann also angenommen werden, daß alle sechs Ultraschallbefunde richtig waren, bei denen sonographisch ein unauffälliger Befund und radiographisch der Verdacht auf Konkreme der Gallenblase ausgesprochen wurde.

Wie aus Tabelle I zu erkennen ist, wurde bei drei Patienten durch sonographische Untersuchung der Verdacht auf Konkrement geäußert, während radiographisch ein unauffälliger Befund vorlag. Das sind die Patienten 7-9 in Tabelle IV.

Im Rahmen der Kontrolluntersuchung wurden alle drei Patienten noch einmal sonographisch untersucht. Es konnten die sonographischen Verdachtsdiagnosen nicht mehr aufrechterhalten werden. Alle drei Patienten hatten ein unauffälliges sonographisches Cholezystogramm.

Wie aus Tabelle I zu erschen ist, lag in acht Fällen ein sonographisch unauffälliger Befund vor bei radiographisch negativem Cholezystogramm. Das sind die Patienten 10-17 der Tabelle IV. Es konnten sechs dieser acht Fälle annähernd geklärt werden.

Ein Patient wurde operiert. Laut Operationsbericht lag in diesem Fall eine Cholelithiasis vor. Bei zwei Patienten ergab die sonographische Nachuntersuchung Verdacht auf Konkrement. Die wiederholte Röntgenuntersuchung bei einem dieser zwei Patienten zeigte wieder ein negatives Cholezystogramm. Auch die klinische Symptomatik dieser zwei Patienten spricht für das Vorliegen einer Cholelithiasis.

Ein weiterer Patient wollte sich einer sonographischen Nachuntersuchung nicht unterziehen. Jedoch sprechen drei negative Cholezystogramme dieses Patienten und klinische Anhaltspunkte wie Ikterus und rezidivierende Schmerzzustände im rechten Oberbauch für einen pathologischen Gallenblasenbefund. Man kann somit in diesen vier Fällen mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die sonographischen Erstbefunde falsch waren.

Die Befunde von zwei Patienten sprechen für eine Bestätigung der sonographischen Erstbefunde. Einer dieser zwei Patienten erschien zur sonographischen Nachuntersuchung, bei der sich weiterhin ein unauffälliger Befund zeigte. Außerdem ist dieser Patient subjektiv völlig beschwerdefrei. Bei dem zweiten Patienten wurde nach dem Abklingen einer akuten Pankreatitis noch einmal ein intravenöses Cholezystogramm angefertigt, das nun unauffällig war.

Von den acht Fällen mit sonographisch unauffälligem Befund bei radiographisch negativem Cholezystogramm konnten zwei nicht geklärt werden. Trotz wiederholter Aufforderung erschienen sie nicht zur sonographischen Nachuntersuchung. Klinisch wurde bei einem dieser zwei Patienten eine larvierte Depression als Ursache für ihre Beschwerden angesehen. Bei dem anderen Patienten besteht eine operativ gesicherte Leberzirrhose mit Hyperbilirubinämie.

#### 4.7. Vergleich von Ultraschallbefunden mit den Befunden von oraler und intravenöser Cholezystographie

Bei 10 Patienten wurden orale und intravenöse Cholezystographie durchgeführt. Um in dieser Studie den Informationszuwachs von Befunden der intravenösen Cholezystographie in Bezug auf die Ergebnisse der oralen Cholezystographie zu ermitteln, sind alle Befunde dieser zehn Patienten in Tabelle V aufgeführt.

Tabelle V: Befunde der Patienten, bei denen orale und intravenöse Cholezystographie durchgeführt wurden

| Patient            | Ultraschallbefund                                 | orales Cholezystogramm           | i.v.Cholezystogramm             |
|--------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1.T.M.<br>27.7.16  | kein Konkrement<br>Kontur verwaschen              | keine eindeutige Aussage möglich | unauffällig                     |
| 2.A.D.<br>14.7.36  | kein Konkrement,<br>große Gallenblase<br>(10x5cm) | keine eindeutige Aussage möglich | unauffällig                     |
| 3.I.K.<br>21.5.40  | unauffällig                                       | keine eindeutige Aussage möglich | Konkrement (OP:kein Konkrement) |
| 4.B.M.<br>2.5.43   | unauffällig                                       | unauffällig                      | unauffällig                     |
| 5.H.N.<br>12.1.26  | unauffällig                                       | unauffällig                      | unauffällig                     |
| 6.E.V.<br>3.9.46   | Konkrement                                        | negativ                          | negativ                         |
| 7.M.G.             | Schrumpfgallenblase mit Konkrement                | negativ                          | negativ                         |
| 8.H.S.<br>7.1.27   | Schrumpfgallenblase mit Konkrementen              | negativ                          | negativ                         |
| 9.M.S.             | Konkrement im Halsbereich                         | negativ                          | negativ                         |
| 10.A.S.<br>14.5.46 | Konkremente                                       | negativ                          | negativ                         |

Die intravenöse Cholezystographie brachte bei den Patienten 1-3 einen Informationszuwachs gegenüber der oralen Cholezystographie. Bei den Patienten 4-10 waren die Befunde der

beiden radiographischen Untersuchungsverfahren gleich und vereinbar mit den dazugehörigen Ultraschallbefunden. In den Fällen 4 und 5 war die Gallenblase sonographisch und radiographisch unauffällig. Bei den Patienten 6-10 bestand sonographisch der Verdacht auf Konkrement, während radiographisch durch orale und intravenöse Cholezystographie der Befund eines negativen Cholezystogramms erhoben wurde.

#### 4.8. Vergleich der Ultraschall- und Röntgenbefunde mit der operativ gesicherten Enddiagnose

Bei 31 Patienten lag neben den sonographischen und radio-graphischen Befunden auch eine operativ gesicherte Enddiagnose vor. Die Befunde sind in den Tabellen VIa + VIb zusammengefaßt.

Tabelle VIa: Vergleich von Ultraschall- und Röntgenbefunden  
bei der operativ gesicherten Enddiagnose einer  
Cholelithiasis

| <u>Röntgenbefund</u><br><u>Ultraschallbefund</u> | Konkrement | negativ | keine eindeutige<br>Aussage möglich |
|--------------------------------------------------|------------|---------|-------------------------------------|
| Konkrement                                       | 16         | 9       | -                                   |
| kein Konkrement                                  | -          | 1       | -                                   |
| keine eindeutige<br>Aussage möglich              | -          | 1       | -                                   |

Tabelle VIb: Vergleich von Ultraschall- und Röntgenbefunden  
bei der operativ gesicherten Enddiagnose:  
keine Konkremehte der Gallenblase

| <u>Röntgenbefund</u><br><u>Ultraschallbefund</u> | Konkrement | kein Konkrement |
|--------------------------------------------------|------------|-----------------|
| Konkrement                                       | -          | -               |
| kein Konkrement                                  | 1          | 1               |

In 28 von 31 Fällen stimmten Ultraschall- und Röntgenbefunde mit der operativ gesicherten Enddiagnose überein. Davon wurde bei 16 Patienten der Verdacht auf Konkrement geäußert, bei neun Patienten sonographisch Verdacht auf Konkrement

bei negativem radiographischen Cholezystogramm und in drei Fällen wurde festgestellt, daß keine Cholelithiasis vorliegt. In einem Fall war die sonographische Verdachtsdiagnose falsch. Es wurde sonographisch ein unauffälliger Befund erhoben bei negativem radiographischen Cholezystogramm und operativ gesicherter Enddiagnose einer Cholelithiasis. In einem Fall war die radiographische Verdachtsdiagnose falsch. Radiographisch wurde Verdacht auf Konkrement ausgesprochen bei sonographisch unauffälligem Befund und einer laut Operationsbericht unauffälligen Gallenblase ohne Konkreme-  
mente.

Bei einem Patient bestätigte sich der radiographische Befund, während sonographisch keine eindeutige Aussage möglich war. In diesem Fall lag ein negatives radiographisches Cholezystogramm vor bei einer operativ gesicherten Cholelithiasis.

## 5. Diskussion

Sonographische und radiographische Untersuchungsverfahren der Gallenblase sind nicht ohne weiteres miteinander zu vergleichen. Es stehen hier zwei Untersuchungsmethoden mit unterschiedlichen Aussagemöglichkeiten und verschiedenen Vor- und Nachteilen gegenüber, die im Folgenden diskutiert werden sollen.

### 5.1. Übereinstimmende Befunde

Beim Vergleich von sonographischen und radiographischen Befunden stimmten 242 von 281 überein. Das sind 86,1%. Die übereinstimmenden Befunde errechnen sich im Einzelnen aus 34,5% unauffälligen Befunden, 22,1% Befunden mit Verdacht auf Konkrement, 27,8% Befunden mit sonographischem Verdacht auf Konkrement bei radiographisch negativem Cholezystogramm und 0,3% Befunden mit sonographischem Verdacht auf Hydrops bei radiographisch negativem Cholezystogramm. Die Gallenblase war bei 1,4% der Patienten sonographisch nicht abgrenzbar. Radiographisch lag hier ein negatives Cholezystogramm vor.

Besonders bei den Patienten mit röntgennegativem Cholezystogramm wird die Schwierigkeit des Vergleichs dieser beiden Untersuchungsmethoden deutlich. Denn nicht jede röntgennegative Gallenblase ist zwangsläufig eine kranke Gallenblase. Fehlende Kontrastmittelanreicherung tritt jedoch auch bei anderen Erkrankungen auf (5).

In dieser Untersuchung wurden alle negativen Cholezystogramme als pathologischer Befund der Gallenblase gewertet, bei denen auch ein pathologischer sonographischer Befund vorhanden war. Bei acht Patienten lag ein unauffälliger sonographischer Befund vor, während gleichzeitig die "Gallenblase negativ" war.

Nach Schinz (31) kann ein Zystikusverschluß durch Steine, tumoröse Verwachsungen, Hydrops mit und ohne Konkrementen, Cholezystitis und Ausscheidungsschwäche von Kontrastmittel das Anfärben der Gallenblase verhindern. Die Gründe für fehlende Kontrastmittelanreicherung sind also vielfältig. Den Befunden einer negativen radiographischen Gallenblasendarstellung standen in dieser Untersuchung 78 Fälle mit sonographischem Konkrementverdacht, ein Fall mit Verdacht auf Gallenblasenhydrops und vier Fälle einer nicht scharf abgrenzbaren Gallenblase gegenüber. Ein negatives radiographische Cholezystogramm besagt jedoch nur, daß der Radiologe die Gallenblase nicht sieht. Es sagt nichts über die Art der Gallenblasenerkrankung aus. Laut Statistik ist die häufigste Ursache für ein negatives Cholezystogramm eine Cholelithiasis.

Bei dieser Untersuchung konnte in 92% der Fälle mit negativem Cholezystogramm ein differenzierter Ultraschallbefund erhoben werden, der über die Größe, Lage, Wandverdickung, sowie das Vorliegen von Konkrementen Auskunft gab.

Von 281 Patienten wurden im Lauf der Studie 31 operiert (Tab.V). In 28 dieser Fälle lag übereinstimmend ein patho-

logischer radiographischer und sonographischer Befund vor,  
der sich auch operativ voll bestätigte.

## 5.2. Diskrepante Befunde

Bei 17 (6%) der 281 Patienten wurden sonographisch und radiographisch unterschiedliche Befunde erhoben.

### 5.2.1. Fälle mit sonographisch unauffälligem Befund bei radiographischem Konkrementverdacht

Sechs Fälle waren sonographisch unauffällig, während radiographisch Verdacht auf Konkrement geäußert wurde. Es bestätigten sich durch sonographische und radiographische Nachuntersuchung, Neubefundung der Röntgenbilder und laut Operationsbericht die unauffälligen Ultraschallbefunde aller sechs Patienten (Tab.IV).

Ursachen für falschpositive Röntgenbefunde sind häufig ungleichmäßige Kontrastmittelfüllung der Gallenblase und Projektion von verkalkten Lymphknoten in den Gallenblasenbereich. Ebenso können Luftüberlagerungen zu radiographischen Fehldiagnosen führen (5).

### 5.2.2. Fälle mit radiographisch unauffälligem Befund bei sonographischem Konkrementverdacht

Bei drei Patienten wurde radiographisch ein unauffälliger Befund erhoben. Dagegen sprach der sonographische Befund für das Vorliegen von Konkrementen. In einer sonographischen Nachuntersuchung wurden diese Befunde revidiert.

Ursachen für falschpositive Ultraschallbefunde sind vor allem Überlagerungen der Gallenblase durch luftgefüllte Darmschlingen. Konkremente und Gasblasen besitzen eine hohe akustische Impedanz. Da der Impedanzunterschied zwischen Körpergewebe und Gasblasen bzw. Körpergewebe und Konkrementen gleich hoch ist, stellen sich Gasblasen im Ultraschallbild wie Konkremente als Reflexe mit Schallschatten dar. Der Schall wird an beiden akustischen Medien total reflektiert (23,24).

Weiterhin erschwert Adipositas des Patienten die sonographische Beurteilung der Gallenblase. Durch verdickte Bauchdecken wird der Schall vermehrt gedämpft und absorbiert (24).

In dieser Untersuchung war der Anteil falschpositiver Ultraschallbefunde mit Verdacht auf Konkrement sehr gering. Bezieht man die Zahl der falschpositiven Befunde auf die Gesamtzahl von positiven Befunden, so liegt das Verhältnis von sonographisch falschpositiven zu radiographisch falschpositiven Befunden wie 1,5% : 8,7% bei Konkrementverdacht. Es handelt sich hierbei um drei sonographisch falschpositive von 149 positiven Befunden und um sechs radiographisch falschpositive von 69 positiven Befunden. Dies zeigt die hohe Treffsicherheit des Ultraschallverfahrens bei sonographischem Verdacht auf Konkrement.

In der Konstellation unauffällige Röntgenbefunde, sonographischer Verdacht auf Konkrement hat nach dieser Unter-

suchung die radiographische Untersuchung Recht behalten ( drei Fälle), während in der Konstellation radiographischer Verdacht auf Konkrement und unauffälliger sonographischer Befund die sonographische Untersuchung Recht behalten hat (sechs Fälle).

### 5.2.3. Fälle mit sonographisch unauffälligem Befund bei radiographisch negativem Cholezystogramm

Bei acht Patienten bestand ein sonographischer Normalbefund bei radiographisch negativem Cholezystogramm. Es konnten sechs Befunde dieser acht Patienten annähernd geklärt werden.

Bei einem Patienten wurden laut Operationsbericht Konkremente gefunden. Bei einem weiteren Patienten stellte sich die Gallenblase bei drei aufeinanderfolgenden radiographischen Untersuchungen nicht dar. Gleichzeitig spricht in diesem Fall die klinische Symptomatik mit Ikterus, Koliken und rezidivierenden Reizzuständen des rechten Oberbauches für einen pathologischen Gallenblasenbefund. Trotz mehreren Aufforderungen erschien dieser Patient nicht zu einer sonographischen Nachuntersuchung. Zwei Patienten erschienen bei der sonographischen Kontrolluntersuchung. In beiden Fällen wurden im Gegensatz zum ersten Ultraschallbefund Verdacht auf Konkremente geäußert. Bei einem dieser Patienten wurde auch eine radiographische Nachuntersuchung durchgeführt, wobei sich die Gallenblase wie bei der ersten radiographischen Untersuchung nicht darstellte. Somit kann in diesen vier Fällen der sonographische Erstbefund nicht mehr aufrechterhalten werden.

Konkremente der Gallenblase sind sonographisch umso schwerer nachzuweisen, je kleiner sie sind. Unter einer Größe von 5 mm sind sie oft nicht mehr erkennbar. Die Konkremente haben dann nicht mehr den typischen Schallschatten und

entgehen daher besonders leicht dem sonographischen Nachweis (24). Kleine Konkreme im Zystikus, die sonographisch nicht darstellbar sind, können indirekt sonographisch nachgewiesen werden, wenn sie einen Verschuß des Zystikus verursachen, der zu einem Hydrops der Gallenblase führt.

In zwei der sechs Fälle mit negativem radiographischem Cholezystogramm bei sonographischem Normalbefund sprachen die sonographische bzw. radiographische Kontrolluntersuchung, sowie subjektive Beschwerdefreiheit für eine Bestätigung des Ultraschallbefundes. Man kann somit annehmen, daß bei diesen Patienten zum Zeitpunkt der Untersuchung keine Gallenblasenerkrankung vorlag.

Ursachen für diese falschpositiven Röntgenbefunde (negatives Cholezystogramm bei normalem Ultraschallbefund) können Gallengangverschlüsse durch akute Pankreatitis und akute Cholezystitis ohne Konkreme sein (5,31). Nach Abklingen der Entzündungen wäre dann ein radiographischer Normalbefund zu erwarten. Dies war bei dem einen der oben erwähnten Patienten der Fall.

Zwei der acht Patienten mit negativem radiographischem Cholezystogramm bei sonographischem Normalbefund erschienen nicht zu einer sonographischen Nachuntersuchung. In beiden Fällen gibt die klinische Symptomatik allein keine zusätzlichen Gesichtspunkte, die den einen oder anderen Befund wahrscheinlicher werden lassen.

Insgesamt konnte in acht der 17 Fälle mit diskrepanten Befunden aufgrund radiographischer bzw. sonographischer Nach-

untersuchung, Operationsberichten und klinischen Parametern eine Bestätigung der sonographischen Verdachtsdiagnosen erzielt werden. Eine Bestätigung der Röntgenbefunde zeigte sich bei sieben der 17 diskrepanten Befunde. Zwei Fälle blieben ungeklärt. Die sonographische Verdachtsdiagnose auf Konkrement erwies sich als sehr treffsicher und ist somit vergleichbar mit der Treffsicherheit der radio-graphischen Cholezystographie.

### 5.3. Nicht eindeutige Befunde

In neun Fällen war die Gallenblase sonographisch nicht eindeutig beurteilbar. In 14 Fällen konnte kein eindeutiger radiographischer Befund erhoben werden.

Von den sonographisch nicht eindeutigen Befunden wurden acht radiographisch geklärt; in sieben Fällen als negatives Cholezystogramm und in einem Fall als Verdacht auf Konkrement. Nur ein Fall war auch radiographisch nicht zu beurteilen. Ursachen, die die sonographische Beurteilung der Gallenblase unmöglich machen, sind Meteorismus und Fettleibigkeit (siehe oben). Außerdem bewirkt Rauchen eine Kontraktion der Gallenblase, die dann der sonographischen Beurteilung nicht zugänglich ist (24). Jedoch ist hier durch eine Kontrolluntersuchung eine Abklärung möglich.

13 der 14 radiographisch nicht eindeutigen Befunde konnten sonographisch geklärt werden. Es wurde in sechs Fällen Verdacht auf Konkrement geäußert, in einem Fall Verdacht auf Cholezystitis und in sechs Fällen ein unauffälliger Befund erhoben. Die Gallenblase ist radiographisch meist dann nicht eindeutig zu beurteilen, wenn eine flauere Darstellung mit sonst normalen Abflußverhältnissen vorliegt. Ursachen für die schlechte Anfärbbarkeit der Gallenblase sind unzureichende Resorption des Kontrastmittels bei oraler Cholezystographie, geringe Kontrastmittelausscheidung der Leber bei Hepatopathien und mangelnde Konzentrierungsfähigkeit der Gallenblase bei Cholezystitiden (5,11,31). Die Gegen-

überstellung der nicht eindeutigen Befunde zeigt, daß sich die beiden Untersuchungsmethoden gut ergänzen. Bei Vorliegen eines sonographisch nicht eindeutigen Befundes ist durch eine radiographische Gallenblasenuntersuchung eine Klärung zu erwarten. Bei vorliegendem radiographisch nicht eindeutigen Befund bietet die Ultraschalluntersuchung die Möglichkeit zur weiteren Differenzierung. In dieser Studie wurde nur in einem von 22 Fällen durch beide Untersuchungsverfahren ein nicht eindeutiger Befund erhoben. In 4,9% der Befunde war radiographisch keine eindeutige Beurteilung der Gallenblase möglich, in 3,2% war die Gallenblase sonographisch nicht zu beurteilen.

#### 5.4. Vergleich von oralem und intravenösem Cholezystogramm

Um die Wertigkeit der oralen und intravenösen Gallenblasen-darstellung miteinander vergleichen zu können, wurden die Befunde der beiden verschiedenen radiographischen Verfahren getrennt den entsprechenden Ultraschallbefunden gegenübergestellt.

Die Treffsicherheit der oralen Cholezystographie betrug in dieser Studie 82,8%, die Treffsicherheit der intravenösen Cholezystographie 87,9%. Der Anteil nicht eindeutiger Befunde war bei beiden radiographischen Untersuchungsverfahren unterschiedlich groß. So waren 9,4% der Fälle durch orale Gallenblasenuntersuchung nicht sicher beurteilbar. Durch intravenöse Cholezystographie wurde nur in 4,3% der Fälle ein nicht eindeutiger Befund erhoben.

Bei zehn Patienten wurde die Gallenblase sowohl durch orale als auch intravenöse Cholezystographie untersucht. Die intravenöse Gallenblasenuntersuchung brachte gegenüber der oralen Cholezystographie in drei der zehn Fälle einen Informationszuwachs. Bei den übrigen Patienten war der Befund der oralen und intravenösen Cholezystographie gleich.

Die intravenöse Cholezystographie ermöglicht nach den Ergebnissen dieser Untersuchung eine bessere Beurteilung der Gallenblase als die orale Cholezystographie. Unsicherheitsfaktoren, wie Resorptionsstörungen des Kontrastmittels aus dem Darm, sowie unverlässliche Einnahme des Kontrastmittels durch den Patienten beeinflussen die Darstellung der Gallen-

blase bei oraler Cholezystographie. Demgegenüber steht das Risiko einer Allergie und Kontrastmittelbelastung des Patienten bei intravenöser Cholezystographie (2).

### 5.5. Vergleich der Ergebnisse dieser Studie mit den Ergebnissen anderer Untersucher

Die Ergebnisse dieser Studie stimmen gut mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen dieser Art überein.

So erzielte Lutz (22) in seiner Studie eine Treffsicherheit der Ultraschalldiagnostik von 92,8%. Japanische Autoren, wie Tokano (35), Matsukura (26) und Inada (15) erzielten ebenfalls eine über 90%ige Treffsicherheit des Ultraschallverfahrens.

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Goldberg und Harris (11), Doust und Maklad (8), sowie Hublitz und Kahn (13) waren nicht nur hinsichtlich der Treffsicherheit der sonographischen Gallenblasenuntersuchung, sondern auch hinsichtlich des Anteils nicht eindeutiger sonographischer Befunde schlechter als die Ergebnisse dieser Studie bzw. obengenannter Studien. Die zuletzt genannten Untersucher benutzten jedoch für ihre Untersuchungen ein Kontakt-Compound-Scan-Gerät, bei dem aufgrund des langsamen Bildaufbaus die Gefahr von Artefakten durch Organbewegungen wesentlich größer ist als bei dem von uns verwendeten schnellen B-Bild-Verfahren (21).

#### 5.6. Vor- und Nachteile der radiographischen und sonographischen Untersuchungsmethode

Die Vorteile der radiographischen Gallenblasenuntersuchung bestehen darin, daß neben der Darstellung der Gallenblase auch normal weite intra- und extrahepatische Gallengänge sichtbar sind (31). Auch die Anzahl von Konkrementen läßt sich am Röntgenbild viel leichter abzählen als im Ultraschallschnittbild. Darüber hinaus lassen sich radiographische Aussagen über die Zusammensetzung von Gallensteinen machen. So bildet sich z.B. ein Kalkstein, Bilirubinstein und ein Cholesterinstein unterschiedlich im Röntgenbild ab (31).

Ein Nachteil der radiographischen Untersuchung ist die Belastung des Patienten mit ionisierenden Strahlen. Daraus ergibt sich eine relative Kontraindikation der radiographischen Cholezystographie bei Schwangerschaft (5). Ferner besteht die Gefahr einer Überempfindlichkeitsreaktion gegen das Kontrastmittel (2). Die radiographische Gallenblasenuntersuchung ist bei den Patienten mit Jod- bzw. Kontrastmittelallergie absolut kontraindiziert.

Bei Schilddrüsenkrankheiten besteht die Möglichkeit einer Interaktion des Kontrastmittels mit Jod (2). Eine relative Kontraindikation ist weiterhin gegeben bei Leberfunktionsstörungen mit Bilirubinwerten über 4 mg % (5). Die Untersuchungsdauer der radiographischen Cholezystographie ist wesentlich länger als die der sonographischen Gallenblasen-

untersuchung (23).

Die Vorteile der Ultraschalluntersuchung liegen darin, daß keine Kontraindikationen und keine Strahlenbelastung bestehen (14). Die Untersuchung erfordert relativ wenig Zeit und ist von der Funktion der Gallenblase und Ausscheidung von Kontrastmittel unabhängig. Die sonographische Untersuchung ist auch Patienten mit reduziertem Allgemeinzustand zumutbar und bietet zudem eine hohe Treffsicherheit.

Allerdings werden die diagnostischen Möglichkeiten der sonographischen Untersuchung durch Adipositas und Meteorismus eingeschränkt. Zusätzlich ist das Auflösungsvermögen der sonographischen Bilddarstellung gegenüber der radio-graphischen geringer.

Die völlige Risikolosigkeit, geringe allgemeine Belastung des Patienten und die gute Treffsicherheit der Ultraschalldiagnostik sprechen dafür, die sonographische Untersuchung als erste diagnostische Methode bei Gallenblasenerkrankungen einzusetzen. Röntgen- und Ultraschalldiagnostik ergänzen sich gut, insbesondere wenn durch die eine oder andere Methode kein eindeutiger Befund erhoben werden kann.

## 6. Zusammenfassung

In dieser prospektiven Untersuchung von 281 Patienten, die sowohl sonographisch als auch radiographisch untersucht wurden, betrug die Treffsicherheit der Ultraschalldiagnostik 88,9%. In 3,2% der Fälle konnte sonographisch keine eindeutige Aussage gemacht werden. Der Ultraschallbefund war in 2,5% der Fälle falsch. In 5,4% der Fälle konnten die sonographischen Verdachtsdiagnosen nicht endgültig geklärt werden.

Die Treffsicherheit der radiographischen Untersuchung lag bei 88,6%. In 2,8% der Fälle war der radiographische Befund falsch. In 5,0% der Fälle konnte durch die radiographische Cholezystographie kein eindeutiger Befund erhoben werden. 3,6% der eindeutigen radiographischen Befunde konnten nicht endgültig geklärt werden.

Die hohe Treffsicherheit der Ultraschalluntersuchung, völlige Risikolosigkeit und die relativ kurze Untersuchungsdauer sprechen für die Anwendung der sonographischen Cholezystographie als erste Untersuchungsmethode zur Diagnostik von Gallenblasenerkrankungen.

## 7. Literaturverzeichnis

- 1) Baker, H.L., Hodgson, J.R.: Further studies on the accuracy of oral cholecystography.  
Radiology 74 (1960), 230
- 2) Barke, R.: Röntgenkontrastmittel  
VEB Thieme Verlag Leipzig, 1970
- 3) Bartrum, R.J. et al.: Ultrasonic and radiographic cholecystography. The New England Journal of Medicine 296 (1977), 538
- 4) Bergmann, L.: Der Ultraschall. 6.Auflage Stuttgart: S.Hirzel, 1954
- 5) Berk, R.N., Clemett, R.A.: Radiology of the gallbladder and bile ducts, W.B.Saunders Company 1977
- 6) Classen, M., Demling, L.: Retrograde Cholangiographie bei Verschlúikterus. Der Radiologe 13 (1973), 36
- 7) Donald, H., Abdulla, U.: Further advances in Ultrasonic diagnosis. Ultrasonic 5 (1967b), 8
- 8) Doust, B.D., Maklad, N.F.: Ultrasonic B-mode examination of the gallbladder.  
Radiology 110 (1974), 643-647
- 9) Engelhart, Blauenstein, Burger: Ultraschall-Tomographie des Oberbauchsitus  
Medizinische Welt 22 (1971), 766
- 10) Frommhold, H.: Diagnostischer Ultraschall  
Ein modernes medizinisches Untersuchungsverfahren  
Árztliche Forschung 26, 442

- 11) Goldberg, B.B., Harris, K., Brooker, W.:  
Ultrasonic and radiographic cholecystography  
Radiology 111 (1974), 405
- 12) Hilz, E.: Physik und Technik der Ultraschall-Diagnostik  
Elektromedizin 14 (1969), 215
- 13) Hublitz, U.F., Kahn, P.C., Sell, L.A.:  
Cholecystosonography. An approach to the  
nonvisualized gallbladder.  
Radiology 103 (1972), 645
- 14) Hüter, Th.F.: The question of damage in ultrasonic  
therapy.  
J.acoust. Soc. Amer. 26 (1954), 104
- 15) Inada, G., Ishazaki, M.: Comparative studies on  
roentgenologic and ultrasonic diagnosis of  
gallstone patients  
Nagoya Med.J. 14 (1968), 145
- 16) Johannigmann, J., Lahn, V., Thieme, R.: Einführung in  
die Ultraschalluntersuchung mit dem Vidoson  
Electromedica 2,45
- 17) Knight, P.R., Newelt, J.A.: Operative use of ultrasonics  
in cholelithiasis.  
Lancet 1 (1963), 1023
- 18) Krause, W., Soldner, R.: Ultraschallbildverfahren  
(B-Scan) mit hoher Bildfrequenz für medizini-  
sche Diagnostik.  
Electromedica 4, 8 (1967)

- 19) Kresse, H.: Sonographie: Methodisch physikalische Grundlagen-Apparaturen.  
Internist 17 (1976), 539
- 20) Kresse, H.: Grundlagen der Deutung des Ultraschall-Echobildes in der medizinischen Diagnose.  
Elektromedizin 13 (1968), 169
- 21) Lutz, H.: Ultraschalldiagnostik (B-Scan) in der Inneren Medizin  
Der Praktische Arzt 18 (1975), 2547
- 22) Lutz, H., Seidl, R., Petzold, R., Fuchs, H.F.:  
Gallensteindiagnostik mit Ultraschall.  
Deutsche Medizinische Wochenschrift 100 (1975), 1329
- 23) Lutz, H.: Ultraschalldiagnostik in der Gastroenterologie  
Deutsches Ärzteblatt (1976), Heft 4, 175
- 24) Lutz, H.: Ultraschall (B-Scan) in der Inneren Medizin  
Lehrbuch und Atlas.  
Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York 1978
- 25) Matauschek, J.: Einführung in die Ultraschalltechnik
- 26) Matsukura, S.: Studies on cholelithiasis  
J.Jap. Gastroenterol. 64 (1966), 1261
- 27) Ochsner, S.F.: Performance and reliability of cholecystography  
South. Med. J. 63 (1970), 1268
- 28) Ortmann, G., Arnold, H.: Gallensteindiagnostik mittels der Ultrasonographie (A-Bild).  
Deutsches Gesundheits-Wesen 27 (1972), 268

- 29) Rettenmaier, G.: Sonographischer Oberbauchstatus  
Internist 17 (1976), 549
- 30) Rettenmaier, G.: Lebersonographie  
Thieme Verlag, 1977
- 31) Schinz, et al.: Lehrbuch der Röntgendiagnostik, Band V  
6. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart,  
1965
- 32) Schmidt, H.: Untersuchungen über die Wertigkeit der  
radiographischen und sonographischen Diag-  
nostik von Gallenblasenerkrankungen  
Eine retrospektive Auswertung von 267 Fällen  
Inaugural-Dissertation (i.Druck)
- 33) Smoldas, J.: Some problems of the ultrasonic diagnosis  
of bile stones.  
Digestion 3 (1970), 65
- 34) Tokano, M., Sanefuji, S., Takada, S.: Ultrasonic  
diagnosis of the diseases of liver and  
biliary tract  
Gastroenterologia jap. 4 (1970), 256
- 35) Tokano, M., Sanefuji, S., Takada, S.: Ultrasonic diag-  
nosis of the diseases of liver and biliary  
tract  
Gastroenterologia jap. 4 (1970), 256



Herrn Professor Dr.N.ZÜLLNER  
möchte ich hiermit meinen  
Dank aussprechen für die  
Überlassung des Themas.  
Besonders danke ich auch  
Herrn Dr.H.KREMER für seine  
hilfreichen Anregungen und  
fruchtbare Kritik.



## Lebenslauf

### Persönliche Daten

---

|               |                                    |
|---------------|------------------------------------|
| Name          | Michel                             |
| Vorname       | <u>Johanna</u> Elisabeth Margarete |
| Geburtsdatum  | 23.5.1953                          |
| Geburtsort    | Berlin                             |
| Familienstand | ledig                              |

### Ausbildung

---

|                        |                                                                                 |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Sept. 1959 - Juli 1963 | Grundschule des Instituts<br>für Lehrerbildung in<br>Berlin-Köpenik             |
| Sept. 1963 - Juli 1967 | 1.Oberschule in Berlin-<br>Köpenik                                              |
| Sept. 1967 - Juli 1971 | Theresienoberschule in<br>Berlin                                                |
| Juli 1971              | Abitur                                                                          |
| Sept. 1972 - Okt. 1973 | Krankenpflegeausbildung<br>an der Charité Berlin                                |
| Mai 1974               | Beginn des Medizinstudiums<br>an der Ludwig-Maximilians-<br>Universität München |
| März 1976              | Physikum                                                                        |
| März 1977              | Erster Teil des Staats-<br>examens                                              |
| März 1979              | Zweiter Teil des Staatsexamens<br>an der RWTH Aachen                            |
| Oktober 1980           | Dritter Teil des Staatsexamens<br>an der Universität Heidelberg                 |





